

**JP 06162919**

L1 ANSWER 1 OF 1 WPIX (C) 2002 THOMSON DERWENT

AN 1994-227797 [28] WPIX

DNN N1994-179676 DNC C1994-104239

TI Cold-cathode electron-emitting element - with lamination of insulator layers, differing in dielectric constant, sandwiched between substrate and gate electrode, and sharp-edge emitter placed in opening NoAbstract.

DC L03 U12 V05

PA (NIDE) NEC CORP

CYC 1

PI **JP 06162919** A 19940610 (199428)\* 7p <--

ADT JP 06162919 A JP 1992-310508 19921119

PRAI JP 1992-310508 19921119

AN 1994-227797 [28] WPIX

AB JP 06162919 A UPAB: 19940831

Dwg.1/1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-162919

(43) 公開日 平成6年(1994)6月10日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 J 1/30

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 9172-5E

審査請求 有 請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-310508

(22) 出願日 平成4年(1992)11月19日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 巻島 秀男

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 井村 裕則

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

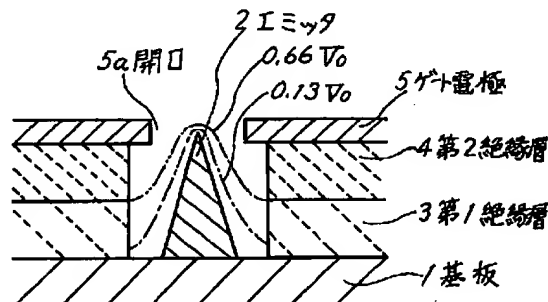
(74) 代理人 弁理士 菅野 中

(54) 【発明の名称】 電界放出冷陰極素子

(57) 【要約】

【目的】 エミッタ先端付近の電界強度を上げ、同一電流を放出するゲート電圧を低下させ、正イオン衝撃によるエミッタ先端の機械的変形を低減して、放出電流の安定化を図り、陰極の長寿命化を図り、放出電流を制御するゲート電極駆動回路の負荷を軽減する。

【構成】 基板1とゲート電極5との間の絶縁層3、4を誘電率の異なる少なくとも2層構造とし、基板1側に誘電率の小さい材料を、ゲート電極5側に誘電率の大きい材料を使用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、電子放出電極と、絶縁層と、制御電極とを有する電界放出冷陰極素子であって、基板は、導電性をもつ基板、或いは絶縁性材料上に導電層を積層した基板であり、

電子放出電極は、前記基板上に錐状に立上って形成され、かつ基板に電気的に接続されたものであり、絶縁層は、電子放出電極の周囲を取囲み、誘電率の異なる多層に形成され、前記基板に近い絶縁層の誘電率は、他の絶縁層のものより小さいものであり、制御電極は、絶縁層上に積層形成され、前記電子放出電極を取囲む開口を有するものであることを特徴とする電界放出冷陰極素子。

【請求項2】 前記積層層のうち、基板に近く誘電率が他の絶縁層より小さい絶縁層は、他の絶縁層よりも薄い膜厚を有するものであることを特徴とする請求項1に記載の電界放出冷陰極素子。

【請求項3】 薄膜型電子放出電極と、制御電極と、絶縁層とを有する電界放出冷陰極素子であって、薄膜型電子放出電極は、電子を放出するものであり、制御電極は、電子放出電極に電子を引き出す電圧を印加するものであり、絶縁層は、少なくとも2以上の絶縁体からなり、電子放出電極と制御電極とを分離するものであり、電子放出電極に近い絶縁体の誘電率は、他の絶縁体より小さいものであることを特徴とする電界放出冷陰極素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子放出源となる冷陰極、特に鋭利な先端から電子を放出する電界放出冷陰極素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】微小な円錐状のエミッタと、エミッタのすぐ近くに形成され、電流引き出しならびに電流制御機能を持つゲート電極で構成された微小冷陰極をアレイ状に並べた冷陰極（Journal of Applied Physics, Vol. 47, No. 12, p. 5248, 1976）が提案されている。このスピント型冷陰極は、熱陰極と比較して高い電流密度が得られ、放出電子の速度分散が小さい等の利点を持つ。また、単一の電界放出エミッタと比較して電流雑音が小さく、数10～200Vの低い電圧で動作し、比較的悪い真空度の環境中でも動作するとされている。

【0003】図7には、従来技術であるスピント型冷陰極の1個の微小冷陰極の構造を示している。101は導電性の基板で、この上に微小な円錐状のエミッタ102が膜堆積法によって形成され、エミッタ102の周囲には、絶縁層103とゲート電極104が形成されている。基板101とエミッタ102とは、電気的に接続されており、基板101（およびエミッタ102）とゲート電極104の間には、約100Vの電圧が印加される。基板101とゲート電極104の間は、約1μmと狭く、エミッタ102の先端は、きわめて鋭利に作られているので、エミッタ102の先端には、強い電界が加わる。この電界が2～5×10<sup>7</sup> V/cm以上になると、エミッタ102の先端から電子が放出される。

【0004】このような構造の微小冷陰極を基板101上にアレイ状に並べることにより、大きな電流を放出する面状の陰極が構成される。

【0005】なお、図7において、1点鎖線および2点鎖線は、それぞれ絶縁層の下から10%および50%の位置から形成される等電位線を示し、数字は、この等電位線の電位の基板とエミッタ間の電圧V<sub>0</sub>に対する割合を示す。絶縁層103は、均一であるから、絶縁層の下から10%および50%の位置から形成される等電位線の電位は、それぞれ0.1V<sub>0</sub>、0.5V<sub>0</sub>となる。

【0006】図8は、グレイ型と呼ばれる電界放出冷陰極の従来技術（特開平4-94033号公報）の製法と構造を示している。図8において、110は絶縁膜マスクパターン、111はシリコン基板、112はシリコン熱酸化膜、113は絶縁膜、114はゲート電極、115はエミッタである。基本的な動作は、図7に示すスピント型と同様であるが、エミッタ115がシリコン基板111と同一材料で一体化されているところが異なる。この冷陰極を製作するには、ゲート電極114の開口とほぼ同じ大きさの絶縁膜マスクパターン110を通してシリコン基板111の等方的エッチングを行い、円錐状のエミッタ115を形成する（図8（c））。

【0007】次に、エミッタ115を含むシリコン基板111の表面を熱酸化し、熱酸化膜112を形成する（図8（d））。その後、絶縁膜113とゲート電極114を堆積し（図8（e））、エミッタ115部分の熱酸化膜および絶縁膜マスクパターン110の除去（図8（f））、ゲート電極114のパターニングによって図8（g）に示す構造を得る。

【0008】熱酸化膜112をエミッタ115の部分に形成し、これを除去することによって、等方性エッチングでは実現できない鋭い先端のエミッタを、高い精度で形成することができる。絶縁膜113は、ゲート電極114のエミッタ先端に対する位置を適正に設定する厚さに選ばれる。図8に示す従来例では、尖った先端のエミッタを高精度で、再現性良く製作する製法としたために、2層構造の絶縁層となったもので、本発明のように絶縁層を誘電率の異なった多層化する目的で熱酸化膜112と絶縁膜119を形成したものではない。

【0009】図9は、スピント型陰極を変形した模型の電界放出冷陰極の公知例（Technical Digest of IVMC 91, pp. 46, 1991）の構造である。図9において、石英の絶縁基板116上の第1の面に平面状のエミッタ117が形成され、

絶縁基板116の第1の面から僅かに低い第2の面上に平面状のゲート電極119が形成されている。図には示さないが、エミッタ117は、櫛歯状に加工され、多くの角あるいは稜が形成されている。エミッタ117の先端とゲート電極119の先端は、極めて接近して形成されているので、エミッタ117に対しゲート電極119に正の電圧が印加すると、エミッタ117の先端付近から電子が放出される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】エミッタ102とゲート電極104の間の電圧（以下、ゲート電圧と呼ぶ）は、エミッタ102とゲート電極104の間の絶縁性に影響を及ぼし、長時間の陰極の安定性に影響するため、ゲート電圧は、可能な限り低いことが望ましい。また、陰極放出電流は、ゲート電圧によって制御されるので、半導体集積回路等の出力でゲート電極104を制御するためには、同様にゲート電圧を低くすることが望ましい。

【0011】さらに、このような構造のエミッタ102の先端の電子放出部を衝撃する正イオンは、エミッタ102の極近傍（数 $\mu\text{m}$ 以内）で発生したものであるため、正イオンの衝撃エネルギーは、主にゲート電圧で決定される。また、正イオンの衝撃によって生じるエミッタ102先端の機械的変形は、加速電圧が100V以下になると、ゲート電圧の低下とともに大幅に低下するので、エミッタ102の長寿命化と、真空度に関する耐環境性の改善にも、ゲート電圧の低減は重要である。

【0012】ゲート電圧を低減する方法には、①エミッタの先端を先鋭にし、円錐の頂角を小さくする方法（Third International Vacuum Microelectronics Conference, Keynote Address, 1990、特開平4-94033号公報）、②スケーリング則に基づき微小陰極全体の構造を小さくする方法（Third International Vacuum Microelectronics Conference, Keynote Address, 1990）、③エミッタ本体あるいは先端あるいはエミッタ表面を仕事関数の小さい材料とする方法（特開平3-187119号公報、特開昭51-21471号公報、特開昭51-54358号公報）等が提案されている。

【0013】エミッタの先端を先鋭にすると、正イオン衝撃による特性変化を伴い易くなり、円錐の頂角を小さくすると、エミッタ102先端で発生した熱の放散が低下して先端の温度上昇が大きくなり、エミッタ当りの最大放出電流が制限される。全体の構造を小さくするには、素子を製作するのに高精度の微細加工システムが必要になり、均一性、歩留まり等の問題の発生する可能性がある。また、採用できるエミッタ材料は、素子の製作プロセス、使用環境等の要因で制限される。

【0014】本発明の目的は、エミッタ先端付近の電界強度を上げ、同一電流を放出するゲート電圧を低下させ、正イオン衝撃によるエミッタ先端の機械的変形を低減した電界放出冷陰極素子を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る電界放出冷陰極素子は、基板と、電子放出電極と、絶縁層と、制御電極とを有する電界放出冷陰極素子であって、基板は、導電性をもつ基板、或いは絶縁性材料上に導電層を積層した基板であり、電子放出電極は、前記基板上に錐状に立上って形成され、かつ基板に電気的に接続されたものであり、絶縁層は、電子放出電極の周囲を取囲み、誘電率の異なる多層に形成され、前記基板に近い絶縁層の誘電率は、他の絶縁層のものより小さいものであり、制御電極は、絶縁層上に積層形成され、前記電子放出電極を取囲む開口を有するものである。

【0016】また、前記積層層のうち、基板に近く誘電率が他の絶縁層より小さい絶縁層は、他の絶縁層よりも薄い膜厚を有するものである。

【0017】また、本発明に係る電界放出冷陰極素子は、薄膜型電子放出電極と、制御電極と、絶縁体とを有する電界放出冷陰極素子であって、薄膜型電子放出電極は、電子を放出するものであり、制御電極は、電子放出電極に電子を引き出す電圧を印加するものであり、絶縁体は、少なくとも2以上の絶縁体からなり、電子放出電極と制御電極とを分離するものであり、電子放出電極に近い絶縁体の誘電率は、他の絶縁体より小さいものである。

【0018】

【作用】本発明においては、基板とゲート電極の間の絶縁層を誘電率の異なる少なくとも2層構造とし、基板あるいはエミッタ側に誘電率の小さい絶縁材料を、ゲート電極側に誘電率の大きい絶縁材料を使用する。

【0019】この結果、エミッタの先端付近の電界強度が均一絶縁層の場合と比較して大きくなるので、同一放出電流を得るのに、低いゲート電圧で良い。このため、正イオンがゲート電圧で加速されてエミッタの電子放出部を衝撃しても、エミッタ先端の機械的変形が発生する可能性は、小さくなり、長時間にわたり電気的特性変化の小さい安定な動作が期待できる。また、エミッタとゲート電極の間の漏洩電流の増加する可能性が小さくなり、安定な動作が期待できる。更に、放出電流制御のための信号電圧振幅を小さくできるので、ゲート電極等を駆動する外部回路の負荷が小さくなるという利点もある。

【0020】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

50 【0021】（実施例1）図1は、本発明の第1の実施

例を示す電界放出冷陰極素子の構造図である。図1において、1は導電性の基板、2は電子を放出する円錐状のエミッタであり、エミッタ2は、基板1と電氣的に接続されている。3は第1絶縁層、4は第2絶縁層、5はゲート電極である。

【0022】通常の動作中においては、基板1と同電位のエミッタ2に対し、ゲート電極5には、数10Vの正の電圧が印加されている。エミッタ2の先端は、極めて鋭利に形成され、エミッタ2の先端とゲート電極5とは、極めて近接した位置にあるため、エミッタ2の先端には、強い電界が加わり、ここから電子が放出される。1個のエミッタ2と、この周囲にあるゲート電極5の開口5aとにより微小冷陰極が構成され、単一の微小冷陰極あるいは複数の微小冷陰極の集合が冷陰極となる。 \*

$$E_1 = V_0 / \{ t \cdot [1 - (1 - a_1) (1 - \epsilon_1 / \epsilon_2)] \} \quad \dots (1)$$

$$V_1 = V_0 \cdot a_1 / [1 - (1 - a_1) (1 - \epsilon_1 / \epsilon_2)] \quad \dots (2)$$

第1絶縁層3と第2絶縁層4との厚さが等しい ( $a_1 = 0.5$ ) とした時、

$$E_1 = 1.32 V_0 / t$$

$$V_1 = 0.66 V_0$$

となる。

【0025】一方、絶縁層の誘電率が均一である場合、すなわち  $\epsilon_1 = \epsilon_2$  の場合 ( $a_1 = 0.5$ )、

$$E_1 = 1.0 V_0 / t$$

$$V_1 = 0.5 V_0$$

となり、第1絶縁層3では、電圧も電界も絶縁層が均一である場合に比較して30%以上高い値となる。

【0026】図1において、1点鎖線および2点鎖線は、それぞれ絶縁層の下から10%および50%の位置から形成される等電位線を示し、数字は、この等電位線の電位の基板とエミッタ間の電圧  $V_0$  に対する割合を示す。図7の従来技術の等電位線の電位と比較して、同じ10%の位置から形成される等電位線の電位は、1.3倍になっている。

【0027】図1の実施例の場合、エミッタ2の周囲の絶縁層のうち、基板1に近い部分の電界は、同様に絶縁層全体が均一である従来技術と比較して1.3倍になっている。絶縁層に挟まれ、エミッタ2が収められた空間における電界も、この絶縁層中の電界を強く反映し、基板1の表面およびエミッタ2の表面付近の電界も、均一の絶縁層の場合と比較して大きくなる。同じゲート電圧で電界が30%高くなることから、同じ電界を実現するには、印加するゲート電圧は約25%低い値で良いことになる。

【0028】また、式(1)から明らかなように、均一の絶縁層の場合と比較して、第1絶縁層3の誘電率が小さく、第1絶縁層と第2絶縁層の誘電率の比が大きいほど、また、第1絶縁層3の厚さが薄いほど、エミッタ先端付近の電界が強くなり、ゲート電圧を低減できる。

【0029】(実施例2) 図2は、本発明の実施例2を

\*【0023】基板1とゲート電極5の間の絶縁層は、第1絶縁層3と第2絶縁層4との2層構造になっており、第1絶縁層3は比誘電率3.9のシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ )、第2絶縁層4は比誘電率7.5のシリコン窒化膜 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) で構成している。

【0024】いま、基板1とゲート電極5の間の電圧を  $V_0$ 、基板1とゲート電極5の間の距離、すなわち全体の絶縁層の厚さを  $t$  とし、第1絶縁層3の両端の電圧、厚さ、比誘電率をそれぞれ  $V_1$ 、 $t a_1$ 、 $\epsilon_1$ 、また第1絶縁層3中の電界を  $E_1$  とする。同様に第2絶縁層4の電圧、厚さ、比誘電率、電界をそれぞれ  $V_2$ 、 $t a_2$  ( $= t (1 - a_1)$ )、 $\epsilon_2$ 、 $E_2$  とする。この時、第1絶縁層3の電界  $E_1$ 、電圧  $V_1$  は、それぞれ次式で表される。

示す断面図である。図2において、図1の構成要素と同じものについては、同じ符号を付してある。図2において、第1絶縁層3の厚さが  $0.1t$ 、第2絶縁層4の厚さが  $0.9t$  であることが、図1とは異なる。すなわち、絶縁層のうち基板1と接する最下部10%がシリコン酸化膜 (第1絶縁層3) で、残り90%がシリコン窒化膜 (第2絶縁層4) である。この場合、1点鎖線で示す絶縁層の最下端から10%の位置から形成される等電位線の電位は、 $0.18 V_0$ 、第1絶縁層3中の電界  $E_1$  は、 $0.18$  で、均一絶縁層の場合と比較して約1.8倍となる。したがって、同じ電界を形成する均一絶縁層の素子と比較して、約40%のゲート電圧を削減できる。

【0030】図3は、本発明の第1および第2の実施例を示す電界放出素子の製造方法を工程順に示す断面図である。まず図3(a)に示すように、基板1上に、第1絶縁層3、第2絶縁層4、ゲート電極5となる薄膜層を順次所定の厚さ、たとえば第1の実施例の場合、第1絶縁層3を  $0.5 \mu\text{m}$ 、第2絶縁層4を  $0.5 \mu\text{m}$ 、ゲート電極5を  $0.2 \mu\text{m}$  に積層する。

【0031】次に図3(b)に示すように、ゲート電極5上に、ゲート開口とほぼ同じ大きさの開口を持つレジストパターンを形成し、このレジストを通してリアクティブイオンエッチングにより、ゲート電極5、第2絶縁層4、第1絶縁層3に穴をあける。この時、ゲート電極5とエミッタ2との間の耐圧を高くするため、第2絶縁層4と第1絶縁層3は、わずかにオーバーエッチされるような条件で加工する。

【0032】次に図3(c)に示すように、ウェハ全体を回転させながら、斜め方向から犠牲層6を積層し、ゲート電極5上および開口5aの側面に犠牲層6を形成する。

【0033】次に図3(d)に示すように、モリブデン、ダングステン等のエミッタ金属材料を蒸着によって

堆積すると、犠牲層6上にエミッタ金属層7が形成され、これと同時に基板1の上には、ゲート開口5aに対応した位置に円錐状のエミッタ2が形成される。次に図3(e)に示すように、犠牲層6とエミッタ金属層7を除去する。

【0034】なお、第1および第2の実施例では、基板1は、金属あるいは半導体のような導電体としたが、絶縁体上に導電性薄膜を形成した基板でも同様に使用できる。

【0035】(実施例3) 図4は、本発明の第3の実施例を示す電界放出素子の構造図である。図4は、製法ならびに構造を図8に示す従来の電界放出素子に本発明を適用した一実施例であり、8はエミッタ2の先端を形成する過程に必要な熱酸化膜である。この図に示すような3層以上の多層絶縁層構造の場合も、エミッタ2の先端の電界強度は、最下層の熱酸化膜8中の電界が強く影響する。第1絶縁層3および第2絶縁層4の誘電率と厚さを考慮した加重平均誘電率と、第1絶縁層3および第2絶縁層4の厚さの和をもつ単一の絶縁層と仮定して、熱酸化膜8中の電界を式(1)から求めることができる。したがって、加重平均誘電率がエミッタ2と接触する最下層の絶縁層よりも大きければ、本発明の効果を實現できる。

【0036】図4に示す電界放出素子を製作するには、図8において絶縁層113を堆積する工程を2段階に分け、異なる絶縁材料たとえばシリコン窒化物、チタン酸化物(比誘電率約100)を順次堆積すれば良い。

【0037】なお、第3の実施例では、基板と同一材料のエミッタを形成する場合を説明したが、第1および第2の実施例のような堆積法によってエミッタを形成した場合にも、3層以上の絶縁層に対して同じ考え方が適用できる。

【0038】(実施例4) 図5は、本発明の第4の実施例を示す電界放出素子の構造図である。図5において、16は絶縁基板、17は薄膜状のエミッタ、18は絶縁基板16とエミッタ17の間に形成した第1絶縁層、19はゲート電極で、図9に示す従来の構造と比較して、絶縁基板16とエミッタ17の間に第1絶縁層18が追加されている点異なる。エミッタ17の先端とゲート電極19とは、極めて近くに形成されており、エミッタ17の角あるいは稜には、強い電界が印加されるので、ここから電子が放出される。絶縁基板16は、比誘電率約4の石英を用い、第1絶縁層18には、比誘電率約2の多孔質シリコン酸化膜を用いている。この場合にも、誘電率の小さい第1絶縁層18の中の電界は、第1絶縁層18と絶縁基板16とが同一の材料で作られた図7に示す従来例と比較して大きくなり、エミッタ17の先端近くの電界も強くなる。

【0039】(実施例5) 図6は、本発明の第5の実施例を示す電界放出素子の構造図である。図6における各

構成要素の名称は、図1の同じ番号の構成要素と同じである。エミッタ2は、導電性の基板1上に形成され、矩形状の断面となっている。エミッタ2とゲート電極5は、狭いギャップを介して対面しており、ゲート電極の角あるいは稜に強い電界が印加され、ここから電子が放出される。ゲート電極5と基板1の間の絶縁層は、第1絶縁層3と第2絶縁層4とで構成され、第1絶縁層3はシリコン酸化膜、第2絶縁層4はシリコン窒化物で作られている。誘電率の小さい第1絶縁層3中の電界は、均一な絶縁層の電界よりも強くなり、エミッタ2の電子放電部にも強い電界が加わる。

【0040】なお、本発明は、ゲート電圧低減のために従来から提案されている方法と組み合わせて採用しても、それぞれが効果を示すので、これらを組み合わせて採用すれば、大きなゲート電圧低減効果が得られる。

【0041】絶縁材料として、シリコン酸化膜、多孔質シリコン酸化膜、シリコン窒化物、チタン酸化物の例を示したが、これら以外の絶縁材料でも、本発明の思想を適用できるのは明らかである。

【0042】また、実施例では、絶縁層が2種類および3種類の絶縁材料で構成されている例を示したが、4種類以上の絶縁材料で構成された場合にも本発明が適用される。また、誘電率が連続的に変化する絶縁層であっても、基板あるいはエミッタ近くの誘電率が小さく、ゲート電極近くの誘電率が大きければ、本発明の思想が適用されることは明らかである。

【0043】さらに、誘電率変化が連続的であるかあるいは不連続的であるかにかかわらず、層の途中の誘電率の変化が、基板あるいはエミッタ近くで誘電率が小さく、ゲート電極付近で誘電率が大きいという原則に部分的に一致しなくとも、エミッタ近くの絶縁層とこれ以外の絶縁層の加重平均誘電率とを比較して、エミッタ近くの絶縁層の誘電率が他の絶縁層の平均誘電率よりも小さければ本発明が適用されることは明らかである。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明の冷陰極においては、エミッタの先端を特別に先鋭化したり、微小陰極の形状を小型化したり、エミッタに特別の材料を使用したりせずに、同一電流を放出するゲート電圧を低減できる。また、本発明では、従来の製法を大幅に変更せず、しかも素子構造・製造法を複雑にせずに製作できる。

【0045】この結果、エミッターゲート間の絶縁低下に伴う不安定性の発生可能性が低下し、正イオンのエミッタ電子放出部衝撃によるエミッタ先端の機械的変形の発生が大幅に減少し、長時間の動作が可能になる。更に、放出電流を制御するゲート電極駆動回路の負荷を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す冷陰極素子の構造

を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す冷陰極素子の構造を示す図である。

【図3】本発明の第1、第2の実施例を示す冷陰極素子の構造を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施例を示す冷陰極素子の構造を示す図である。

【図5】本発明の第4の実施例を示す冷陰極素子の構造を示す図である。

【図6】本発明の第5の実施例を示す冷陰極素子の構造を示す図である。

【図7】従来例の構造を示す図である。

【図8】従来例の構造を示す図である。

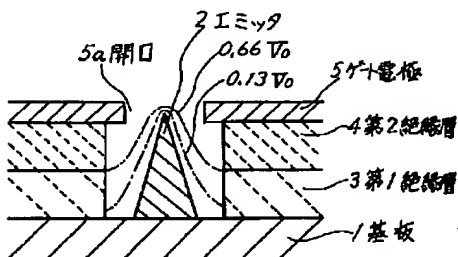
【図9】従来例の構造を示す図である。

【符号の説明】

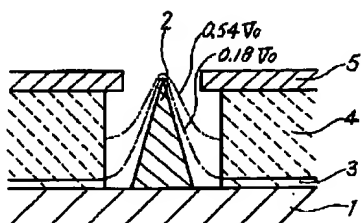
- 1 基板
- 2 エミッタ
- 3 第1絶縁膜
- 4 第2絶縁膜
- 5 ゲート電極

- 6 犠牲層
- 7 エミッタ金属層
- 8 熱酸化膜
- 16 絶縁基板
- 17 エミッタ
- 18 第1絶縁層
- 19 ゲート電極
- 101 基板
- 102 エミッタ
- 103 絶縁層
- 104 ゲート電極
- 110 絶縁膜マスクパターン
- 111 シリコン基板
- 112 熱酸化膜
- 113 絶縁膜
- 114 ゲート電極
- 115 エミッタ
- 116 絶縁基板
- 117 エミッタ
- 20 119 ゲート電極

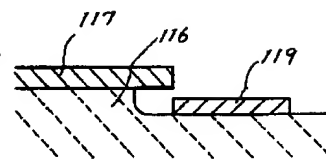
【図1】



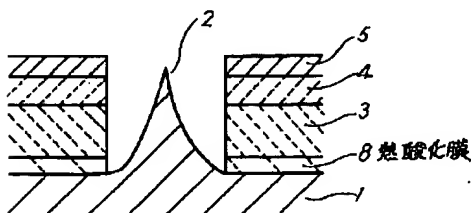
【図2】



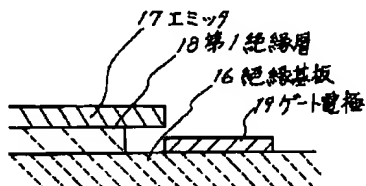
【図9】



【図4】

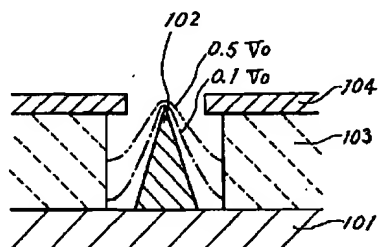
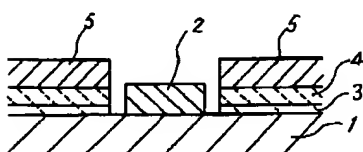


【図5】

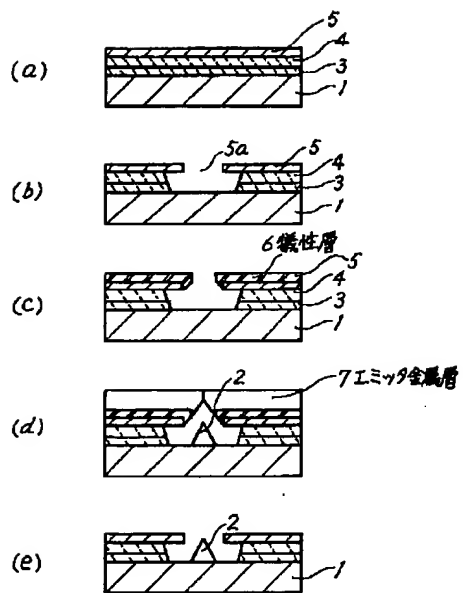


【図7】

【図6】



【図3】



【図8】

